

Cooling element for laser diode

Publication number: DE19820355
Publication date: 1998-10-15
Inventor: WILHELM WOLF-JENS (DE)
Applicant: DILAS DIODENLASER GMBH (DE)
Classification:
- International: H01S5/024; H01S5/00; (IPC1-7): H01L23/473; H01S3/043
- European: H01S5/024
Application number: DE19981020355 19980507
Priority number(s): DE19981020355 19980507

Report a data error here

Abstract of DE19820355

The element includes at least two layers (3, 4) which are arranged on each other, and which are equipped with at least a first and/or at least a second channel (8 and/or 6) for conducting a coolant stream (K) parallel to the flat sides of the layers. The first and the second channel form at least one common channel section (16), in which the coolant flows with a velocity component vertical to the flat sides. At least one side wall (62, 82) of the common channel section is oriented in average diagonally to the flat sides of the layers. The side wall is preferably formed through a surface area which forms steps.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ **Offenlegungsschrift**
⑯ **DE 198 20 355 A 1**

⑯ Int. Cl. 6:
H 01 L 23/473
H 01 S 3/043

DE 198 20 355 A 1

⑯ Aktenzeichen: 198 20 355.1
⑯ Anmeldetag: 7. 5. 98
⑯ Offenlegungstag: 15. 10. 98

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

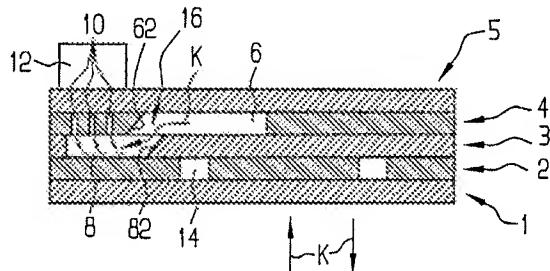
⑯ Anmelder:
Dilas Diodenlaser GmbH, 55129 Mainz, DE

⑯ Erfinder:
Wilhelmi, Wolf-Jens, 56288 Kastellaun, DE

⑯ Vertreter:
E. Tergau und Kollegen, 90482 Nürnberg

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Kühlelement für eine Laserdiode
⑯ Ein Kühlelement für eine Laserdiode umfaßt wenigstens zwei Lagen (3, 4), die mit ihren Flachseiten aufeinander angeordnet und mit wenigstens einem ersten bzw. wenigstens einem zweiten Kanal (8 bzw. 6) zur Führung eines strömenden Kühlmittels parallel zu diesen Flachseiten versehen sind. Der erste und der zweite Kanal (8 bzw. 6) bilden zumindest einen gemeinsamen Kanalabschnitt (16), in dem das Kühlmittel (K) mit einer Geschwindigkeitskomponente senkrecht zu diesen Flachseiten strömt. Gemäß der Erfindung ist zumindest eine Seitenwand (62, 82) dieses Kanalabschnitts (16) im Mittel schräg zu den aneinander grenzenden Flachseiten der beiden Lagen (3, 4) orientiert. Dadurch wird der innerhalb des Kühlelements auftretende Druckverlust des strömenden Kühlmittels (K) verringert.



DE 198 20 355 A 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Kühlelement für eine Laserdiode, wie es beispielsweise aus der deutschen Offenlegungsschrift 43 15 580 bekannt ist.

Aus der deutschen Offenlegungsschrift 43 15 580 ist eine Wärmesenke oder ein Kühlelement für eine Laserdiode bekannt, das in Schichtbauweise aus mehreren Lagen aufgebaut ist, die mit Kanälen zum Führen eines strömenden Kühlmittels versehen sind. Das Kühlelement weist in seinem Inneren eine Vielzahl von eng benachbarten Mikrokanälen auf, die vom Kühlmittel durchströmt werden. Der diesen Mikrokanälen benachbarte Flächenbereich auf der Oberfläche des Kühlelementes ist zur Aufnahme einer oder mehrerer Laserdioden vorgesehen, die durch das in den Mikrokanälen fließende Kühlmittel gekühlt werden.

Das Kühlelement soll nun einerseits möglichst klein und kompakt sein, andererseits aber eine effiziente Kühlung ermöglichen. Eine solche effiziente Kühlung erfordert nun eine hohe Wärmetauschleistung, die ihrerseits nur mit einem hohen Kühlmitteldurchsatz erzielt werden kann.

Bei der konstruktiven Ausgestaltung des Kühlelementes, d. h. bei der Anordnung und geometrischen Formgebung der im Innern des Kühlelementes verlaufenden Kanäle zum Zu- und Abführen des Kühlmittels an die Mikrokanäle bzw. von den Mikrokanälen ist somit anzustreben, daß der Druckabfall innerhalb des Kühlelementes für einen gegebenen und zur Kühlung der Laserdiode erforderlichen Kühlmitteldurchsatz möglichst gering ist. Je kleiner dieser Druckabfall ist, desto geringere Anforderungen werden an die zum Erzeugen des Kühlmitteldurchsatzes erforderlichen Pumpen gestellt.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Kühlelement für eine Laserdiode anzugeben, bei der die zum Erzeugen eines vorgegebenen Kühlmitteldurchsatzes erforderliche Druckdifferenz möglichst gering ist.

Die genannte Aufgabe wird gemäß der Erfindung gelöst mit einem Kühlelement mit den Merkmalen des Anspruches 1. Das Kühlelement umfaßt wenigstens zwei Lagen, die mit ihren Flachseiten aufeinander angeordnet und mit wenigstens einem ersten bzw. wenigstens einem zweiten Kanal zum Führen eines strömenden Kühlmittels parallel zu diesen Flachseiten versehen sind. Der erste und der zweite Kanal bilden zumindest einen gemeinsamen Kanalabschnitt, in dem das Kühlmittel mit einer Geschwindigkeitskomponente senkrecht zu diesen Flachseiten strömt, wobei zumindest eine Seitenwand dieses Kanalabschnitts im Mittel schräg zu den aneinander grenzenden Flachseiten der beiden Lagen orientiert ist. Dadurch wird eine abrupte senkrechte Umlenkung des Kühlmittels vermieden und die Strömungsrichtung im gemeinsamen Kanalabschnitt verläuft unter einem spitzen Winkel zur Strömungsrichtung des Kühlmittels vor seinem Einlauf in den Kanalabschnitt. Durch diese Maßnahme wird eine strömungstechnisch günstigere Führung des Kühlmittels beim Übergang von einer Ebene in eine andere Ebene des Kühlelementes erzielt und der Druckverlust entlang dieses gemeinsamen Kanalabschnittes ist verringert.

Die Erfindung beruht dabei auf der Erkenntnis, daß die Druckdifferenz oder der Druckabfall bei dem in dem Stand der Technik bekannten Kühlelement im wesentlichen dadurch verursacht ist, daß das Kühlmittel innerhalb des Kühlelementes vom Kühlmitteleinlaß bis zum Kühlmittelaustritt in verschiedenen Ebenen fließen muß und insbesondere der beim Übergang des Kühlmittels von Lage zu Lage durch die Änderung der Strömungsrichtung des Kühlmittels entstehende Druckabfall einen entscheidenden Beitrag zum gesamten Druckabfall im Kühlelement leistet. Die Erfindung beruht dabei auf der Überlegung, daß eine strömungstechni-

nisch günstigere Gestaltung der Kanäle in diesem Überleitungs- oder Übertrittsbereich demzufolge zu einer deutlichen Verringerung des Druckabfalls über dem gesamten Kühlelement führen muß.

5 In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist die Seitenwand zur optimalen Verringerung des Druckverlustes durch eine Fläche gebildet. Diese Fläche kann eben oder insbesondere gekrümmt sein, um eine möglichst stetige Überleitung des Kühlmittels vom ersten Kanal in den zweiten Kanal sicherzustellen.

In einer alternativen Ausführungsform ist die Seitenwand gestuft ausgebildet. In dieser Ausführungsform ist zwar der Druckverlust gegenüber einer Ausführungsform mit stetig geformter Seitenwand vergrößert, ein solches Kühlelement ist jedoch fertigungstechnisch einfacher herstellbar.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist der erste oder der zweite Kanal zumindest teilweise durch zwei einander gegenüberliegende Nuten in benachbarten Lagen gebildet, deren Tiefe kleiner als die Dicke der jeweils zugehörigen Lage ist. Dadurch wird die im Kanalabschnitt vom Kühlmittel zu überwindende Stufe erniedrigt und der Druckverlust auch bei senkrecht zur Flachseite orientierten Seitenwänden verringert. Eine zusätzliche Verringerung des Druckverlustes wird außerdem durch eine vorstehend genannte schräge Orientierung der Seitenwände erzeugt.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den übrigen Unteransprüchen wiedergegeben.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf die Ausführungsbeispiele der Zeichnung verwiesen. Es zeigen:

30 **Fig. 1** ein 5-lagiges Kühlelement gemäß der Erfindung in einem schematischen Schnitt parallel zur Schmalseite.

Fig. 2-6 jeweils eine Lage des Kühlelementes in einer Draufsicht auf eine Flachseite.

35 **Fig. 7** einen vergrößerten Ausschnitt eines gemäß der Erfindung gestalteten Überleitungsbereiches mit gestuften Seitenwänden.

Fig. 8 und **9** weitere vorteilhafte Ausführungsformen, bei denen ein Kanal durch einander benachbarte Nuten zweier Lagen gebildet ist, deren Tiefe kleiner ist als die Dicke der jeweiligen Lage.

40 **Fig. 10** und **11** vorteilhafte Ausgestaltungen der Überleitungsbereiche im Bereich der Mikrokanäle ebenfalls in einem Querschnitt.

Gemäß **Fig. 1** ist das Kühlelement aus fünf aufeinander 45 angeordneten Lagen 1-5 zusammengesetzt. Die Lagen 1-5 bestehen vorzugsweise aus Kupferblech und sind miteinander verschweißt. Die einzelnen Lagen 1-5 sind mit Durchbrüchen derart versehen, daß sich im zusammengebauten Zustand Kanäle zur Führung eines fluiden Kühlmittels K, in der Regel Wasser, ergeben. Die Durchbrüche können beispielsweise durch herkömmliche mechanische Fertigungsmethoden, beispielsweise Stanzen oder durch Laserbearbeitungsverfahren, erzeugt werden. Vorzugsweise sind die Durchbrüche ätztechnisch hergestellt.

50 Das Kühlmittel K gelangt durch einen in der Schnittdarstellung gemäß **Fig. 1** nicht sichtbaren Durchbruch in der Lage 1 zu einem Verteilerkanal oder ersten Kanal 6, der durch einen Durchbruch in der Lage 4 gebildet ist. Dieser erste Kanal 6 mündet in einen durch einen Durchbruch in der Lage 3 gebildeten Zuführkanal oder zweiten Kanal 8, der das Kühlmittel K zu einer Vielzahl von Mikrokanälen 10 weiterleitet, von denen aus Gründen der Übersichtlichkeit in der Figur nur drei dargestellt sind. Diese Mikrokanäle 10 sind ebenfalls als Durchbrüche aus der Lage 4 herausgearbeitet. Die Mikrokanäle 10 sind in einem Bereich des Kühlelementes angeordnet, der sich unmittelbar unterhalb des Bereichs auf der Oberfläche der als Deckplatte dienenden Lage 5 befindet, auf dem ein aus einer Laserdiode oder einer

Vielzahl von Laserdioden aufgebauter Laserchip 12 montiert ist.

In den Mikrokanälen 10 strömt das Kühlmittel K parallel zur Flachseite des Kühlelements, d. h. senkrecht zur Zeichenebene, und wird über einen ebenfalls in der Lage 3 angeordneten und in der Figur nicht sichtbaren Durchbruch nach unten zur Lage 2 in einen Rückführkanal 14 geführt, von wo aus es über einen weiteren ebenfalls in der Figur nicht sichtbaren Durchbruch in der Lage 1 aus dem Kühlelement abgeführt wird.

Da im Ausführungsbeispiel der Figur die in den Lagen 2, 3 und 4 gebildeten Kanäle 6, 8, 10, 14 durch Durchbrüche gebildet werden, entspricht die Tiefe eines jeden in einer Lage gebildeten Kanals der Dicke der jeweiligen Lage.

In der Figur ist nun zu erkennen, daß das Kühlmittel K auf seinem Weg zu den und von den Mikrokanälen 10 mehrfach von einer Lage 1-5 in eine andere Lage 1-5 übertritten muß. Dies ist für den Übergang von der Lage 4 in die Lage 3 und umgekehrt durch Pfeile veranschaulicht. Das Kühlmittel K wird vom Verteilerkanal 6 in der Lage 4 nach unten in den Zuführkanal 8 der Lage 3 umgelenkt, um von dort erneut in die in der Lage 4 angeordneten Mikrokanäle 10 zu strömen. Diese Umlenkung wird nun dadurch bewirkt, daß sich der Verteilerkanal 6 und der Zuführkanal 8 in einem Überleitungsbereich teilweise überlappen. In diesem Überleitungsbereich bilden der erste Kanal oder Verteilerkanal 6 und der zweite Kanal oder Zuführkanal 8 einen gemeinsamen Kanalabschnitt 16, in dem das Kühlmittel K von der Lage 4 zur Lage 3 nach unten strömt. Um die bei dieser Umlenkung auftretenden Druckverluste weitgehend zu minimieren, sind die in diesem Überleitungsbereich senkrecht zur Schmalseite, d. h. senkrecht zur Zeichenebene angeordneten ebenen Seitenwände 62 und 82 des vom Verteilerkanal 6 und vom Zuführkanal 8 gebildeten gemeinsamen Kanalabschnittes 16 schräg zu den aneinander grenzenden Flachseiten der Lage 3 und 4 orientiert, so daß das Kühlmittel K ebenfalls schräg zu den Flachseiten der Lagen 1-5, d. h. mit einer Geschwindigkeitskomponente senkrecht zu diesen Flachseiten strömt. Im Überleitungsbereich sind somit rechtwinklige Kanten vermieden, an denen unerwünschte Druckverluste auftreten. Durch diese strömungstechnisch günstige Strukturierung im gemeinsamen Kanalabschnitt 16 kann somit ein geforderter Kühlmitteldurchsatz mit einer Pumpe erzeugt werden, deren Leistung gegenüber dem Stand der Technik erforderlichen Pumpen verringert ist.

Im Ausführungsbeispiel sind die Seitenwände 62 und 82 ebene Flächen. Dies läßt sich fertigungstechnisch einfach realisieren. Prinzipiell sind aber auch andere Formgebungen geeignet, die fertigungstechnisch aufwendiger sind, beispielsweise im Schnitt s-förmig gekrümmte Flächen, und mit denen ein strömungstechnisch besonders günstiger stetiger Übergang im Überleitungsbereich geschaffen wird.

Gemäß Fig. 2 enthält die als untere Deckplatte verwendete Lage 1 zwei Durchbrüche 18 und 20, von denen einer, im Beispiel der Durchbruch 18, als Kühlmitteleinlaß und der andere als Kühlmittelauslaß vorgesehen ist.

In der Draufsicht gemäß Fig. 3 auf die Lage 2 ist zu erkennen, daß diese ebenfalls mit Durchbrüchen 22 und 24 versehen ist, die mit den Durchbrüchen 18 und 20 der Lage 1 fluchten. An den Durchbruch 24 sind die Rückführkanäle 14 angeschlossen, die in gabelförmigen Fortsätzen 142 im vorderen Bereich der Lage 2 enden.

Diese gabelförmigen Fortsätze 142 überlappen sich zu ihrem Endbereich mit Durchbrüchen 30, die gemäß Fig. 4 in die Lage 3 eingebracht sind. Zwischen diesen Durchbrüchen 30 befinden sich im Ausführungsbeispiel drei zweite Kanäle oder Zuführkanäle 8 mit den abgeschrägten Seitenwänden 82. In der Lage 3 befinden sich außerdem weitere Durchbrü-

che 26 und 28, die mit den Durchbrüchen 18, 22 bzw. 20, 24 der Lagen 1 bzw. 2 fluchten.

Gemäß Fig. 5 enthält die Lage 4 ebenfalls zwei Durchbrüche 32 und 34, die ebenfalls mit den Durchbrüchen 18, 22, 26, bzw. 20, 24, 28 der darunterliegenden Lagen fluchten. An den Durchbruch 32 sind im Ausführungsbeispiel drei erste Kanäle oder Verteilerkanäle 6 angeschlossen, die sich an ihren vom Durchbruch 32 abgewandten Enden mit den Zuführkanälen 8 der Lage 3 überlappen.

Gemäß Fig. 6 ist die oberste Lage 5 als Deckplatte gestaltet. In einer alternativen Ausführungsform, bei der mehrere mit einem Laserchip versehenen Kühlelemente übereinander gestapelt werden, kann auch die Deckplatte mit Durchbrüchen 36, 38 versehen sein, um eine Führung des Kühlmittels in mehreren aufeinander gestapelten Kühlelementen zu ermöglichen.

Anhand der in den Fig. 2 bis 6 dargestellten Lagen 1-5 können nun die Strömungsverhältnisse im Kühlelement erläutert werden. Das Kühlmittel strömt in den Durchbruch 18 der Lage 1 ein und gelangt über den Durchbruch 22 der Lage 2 und den Durchbruch 26 der Lage 3 in den Durchbruch 32 der Lage 4, von wo es in die Verteilerkanäle 6 eingeleitet wird. Die Verteilerkanäle 6 der Lage 4 überlappen sich mit den Zuführkanälen 8 der Lage 3, so daß das Kühlmittel von der Lage 4 nach unten in die Lage 3 umgelenkt wird. Die Zuführkanäle 8 überlappen sich nun mit den Mikrokanälen 10, so daß das Kühlmittel von der Lage 3 erneut in die Lage 4 zurückströmt und sich auf die quer zur Strömungsrichtung in den Verteilerkanälen 6 und Zuführkanälen 8 orientierten Mikrokanäle 10 verteilt. Dort strömt es seitlich ab und wird erneut nach unten in die Durchbrüche 30 der Lage 3 geführt. Diese Durchbrüche 30 kommunizieren mit den gabelartigen Fortsätzen 142 der Lage 2, so daß das Kühlmittel über die Durchbrüche 30 der Lage 3 in die Lage 2 geführt und dort umgelenkt wird und in der Lage 2 zurück zu dem als Wasseraustritt dienenden Durchbruch 24 strömt.

Diese Übergänge von einer Lage zur anderen sind dann mit einem erheblichen Druckverlust verbunden, wenn bei einem solchen Übergang zugleich ein Richtungswechsel des strömenden Kühlmittels erfolgen, d. h. eine parallel zur Flachseite des Kühlelements vorliegenden Strömung in eine Strömung mit einer Geschwindigkeitskomponente senkrecht zu dieser Flachseite umgewandelt werden muß. Solche kritischen Übergänge werden beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1-6 gebildet im Übergangs- oder Überleitungsbereich der Durchbrüche 30 auf die Fortsätze 142, der Verteilerkanäle 6 auf die Zuführkanäle 8, der Zuführkanäle 8 auf die Mikrokanäle 10 und der Mikrokanäle 10 auf die Durchbrüche 30. Die hierbei auftretenden Druckverluste werden durch die in Fig. 1-6 am Beispiel des aus dem Verteilerkanal 6 und dem Zuführkanal 8 gebildeten gemeinsamen Kanalabschnittes 16 dargestellte Formgebung der die Umlenkung des Kühlmittels im Überleitungsbereich bewirkenden Seitenwände der Kanäle verringert.

In einer alternativen, besonders einfach herzustellenden Ausführungsform gemäß Fig. 7 sind die in einem solchen Überleitungsbereich angeordneten Seitenwände 64, 84 des gemeinsamen Kanalabschnittes 16 gestuft strukturiert, so daß die Stufen jeweils eine gestrichelt in die Figur eingezeichnete Fläche approximieren, die schräg zu den aneinanderliegenden Flachseiten der Lagen 3 und 4 verläuft.

Mit anderen Worten: Die Seitenwände 64, 84 verlaufen im Mittel schräg zu den Flachseiten. Dabei wird die in der Figur eingezeichnete Fläche je nach der Anzahl der Stufen mehr oder weniger genau approximiert. Mit einer solchen gestuften Strukturierung können prinzipiell auch andere, beispielsweise im Schnitt s-förmige Flächenformen approximiert werden.

Gemäß **Fig. 8** wird ein Zuführkanal **60**, in dem das Kühlmittel parallel zu den Flachseiten einer Lage **3, 4** geführt wird, nicht durch einen Durchbruch in einer einzigen Lage, sondern durch eine in einer Lage **3** gebildete Nut **60a** und einer dieser Nut **60a** in der benachbarten Lage **4** gegenüberliegenden Nut **60b** gebildet, deren Tiefen **t** kleiner sind als die Dicke **d** der jeweiligen Lage **3** bzw. **4**. Für **t = d/2** wird auf diese Weise die Stufenhöhe **d-t** bei der Umlenkung unter Aufrechterhaltung einer der Dicke **d** der Lage **3, 4** entsprechenden Höhe **h** des Kanals **60** halbiert.

Im Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 9** ist die Tiefe **t** der Nuten **60a, 60b** größer als **d/2**, so daß die Stufenhöhe **d-t** weiter verringert ist. Zugleich wird die Höhe **h** des aus den Nuten **60a, 60b** gebildeten Kanals **60** größer als die Dicke **d** einer Lage **3, 4**, so daß die Strömungsgeschwindigkeit in diesem Kanal **60** und damit auch der Druckabfall zusätzlich verringert sind.

Gemäß **Fig. 10** sind in einervorteilhaften Ausführungsform auch eine Seitenwand **86** eines im Überleitungsbereich vom Zuführkanal **8** in die Mikrokanäle **10** gebildeten gemeinsamen Kanalabschnittes **162** und eine Seitenwand **302** eines im Überleitungsbereich von den Mikrokanälen **10** in den Durchbruch **30** gebildeten gemeinsamen Kanalabschnittes **164** zur Verringerung des Druckverlustes schräg ausgebildet. In einer alternativen Ausgestaltung können auch die Seitenwände **102** des Mikrokanals **10** zur Vermeidung unnötiger Wirbelbildung schräg und insbesondere parallel zu den schrägen Seitenwänden **86** bzw. **302** orientiert sein.

Gemäß **Fig. 11** können auch die Mikrokanäle **100** durch einander gegenüberliegende halbtiefe Ausnehmungen oder Nuten **100a, 100b** benachbarter Lagen **3, 4** gebildet sein. Durch die Verwendung halbtiefer Ausnehmungen **100a, 100b** zur Ausbildung der Mikrokanäle **100** in den Lagen **3** und **4** ist es außerdem möglich, die als Deckplatte dienende Lage **5** wegzulassen.

Bezugszeichenliste

1-5 Lage	40
6 erster Kanal	
8 zweiter Kanal	
10 Mikrokanal	
12 Laserchip	
14 Rückführkanal	45
16 Kanalabschnitt	
18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 36, 38 Durchbruch	
60 Zuführkanal	
60a, 60b, 100a, 100b Nut	
62, 64, 82, 84, 86, 102, 302 Seitenwand	50
100 Mikrokanal	
142 Fortsatz	
162, 164 Kanalabschnitt	
K Kühlmittel	
h Höhe eines Kanals	55
d Dicke einer Lage	
t Tiefe einer Nut.	

Patentansprüche

1. Kühelement für eine Laserdiode, das wenigstens zwei Lagen **(3, 4)** umfaßt, die mit ihren Flachseiten aufeinander angeordnet und mit wenigstens einem ersten bzw. wenigstens einem zweiten Kanal **(8 bzw. 6)** zum Führen eines strömenden Kühlmittels **(K)** parallel zu diesen Flachseiten versehen sind, wobei der erste und der zweite Kanal **(8 bzw. 6)** zumindest einen gemeinsamen Kanalabschnitt **(16)** bilden, in dem das

Kühlmittel **(K)** mit einer Geschwindigkeitskomponente senkrecht zu diesen Flachseiten strömt, gekennzeichnet dadurch, daß zumindest eine Seitenwand **(62, 82)** dieses gemeinsamen Kanalabschnitts **(16)** im Mittel schräg zu den aneinander grenzenden Flachseiten der beiden Lagen **(3, 4)** orientiert ist.

2. Kühelement nach Anspruch 1, bei dem die Seitenwand **(62, 82)** durch eine Fläche gebildet ist.

3. Kühelement nach Anspruch 1, bei dem die Seitenwand **(64, 84)** gestuft ist.

4. Kühelement, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der erste oder der zweite Kanal **(60)** zumindest teilweise durch zwei einander gegenüberliegende Nuten **(60a, 60b)** in benachbarten Lagen **(3, 4)** gebildet ist, deren Tiefe **(t)** kleiner ist als die Dicke **(d)** der jeweils zugehörigen Lage **(3, 4)** ist.

5. Kühelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der erste und der zweite Kanal **(8, 6)** ätztechnisch hergestellt sind.

6. Kühelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Lagen **(3, 4)** aus Kupfer Cu bestehen.

7. Bauelement mit einem Kühelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, auf dem ein wenigstens eine Laserdiode enthaltender Laserchip **(12)** angeordnet ist.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG 1

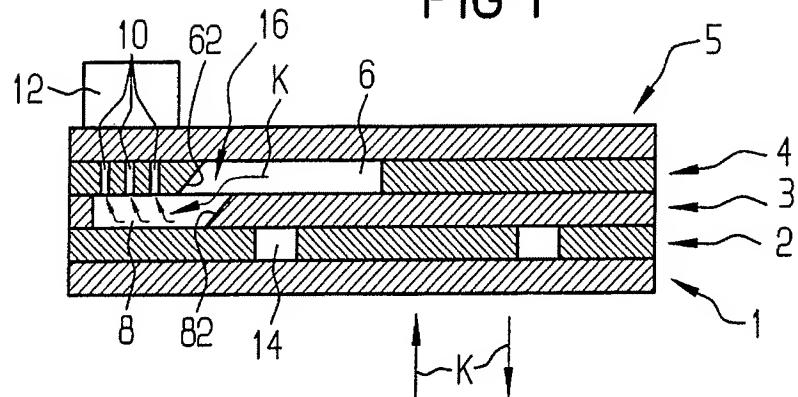


FIG 2

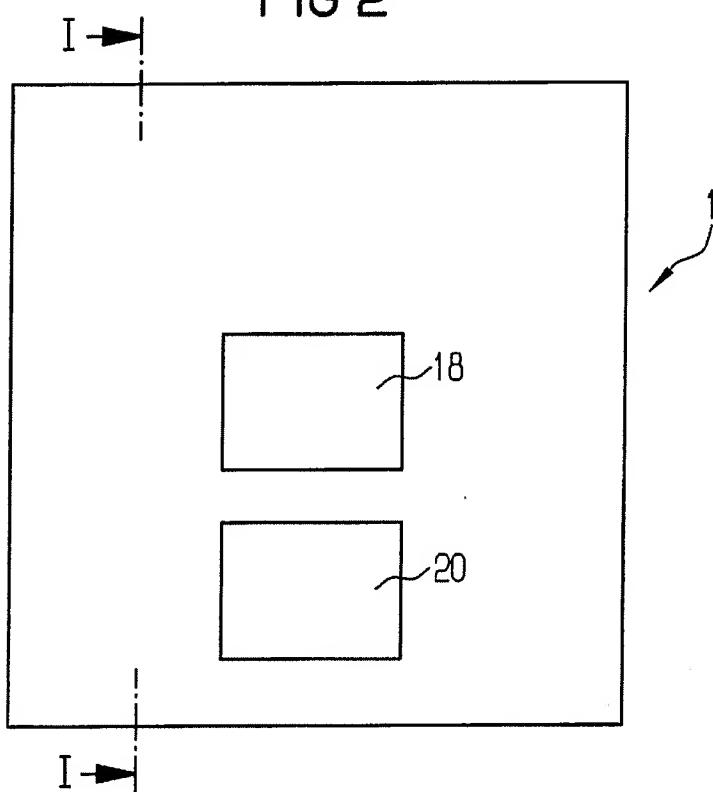


FIG 3

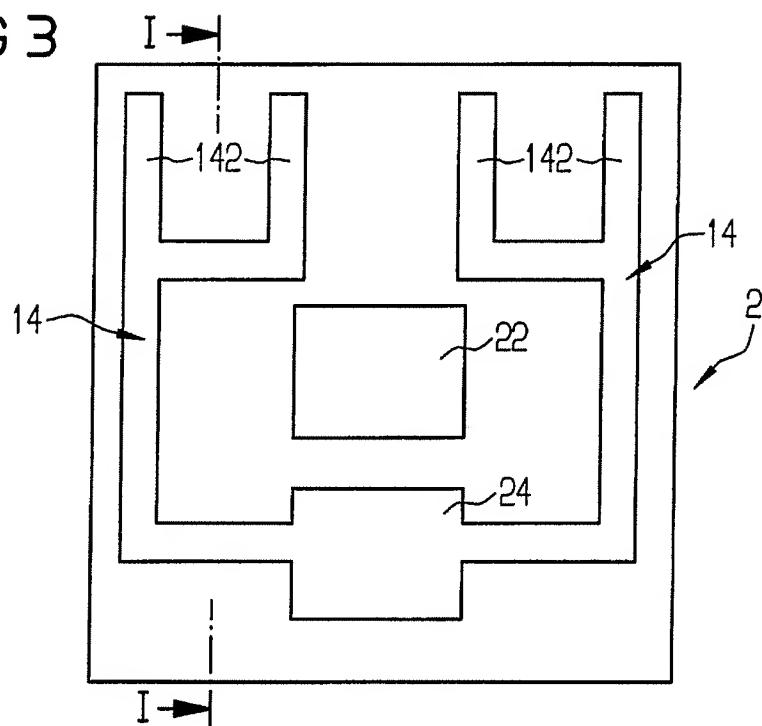


FIG 4

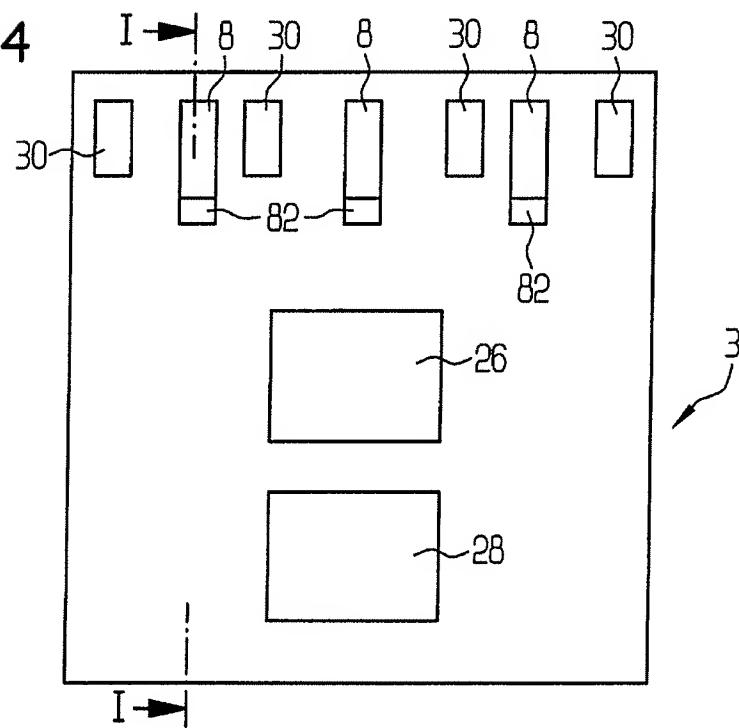


FIG 5

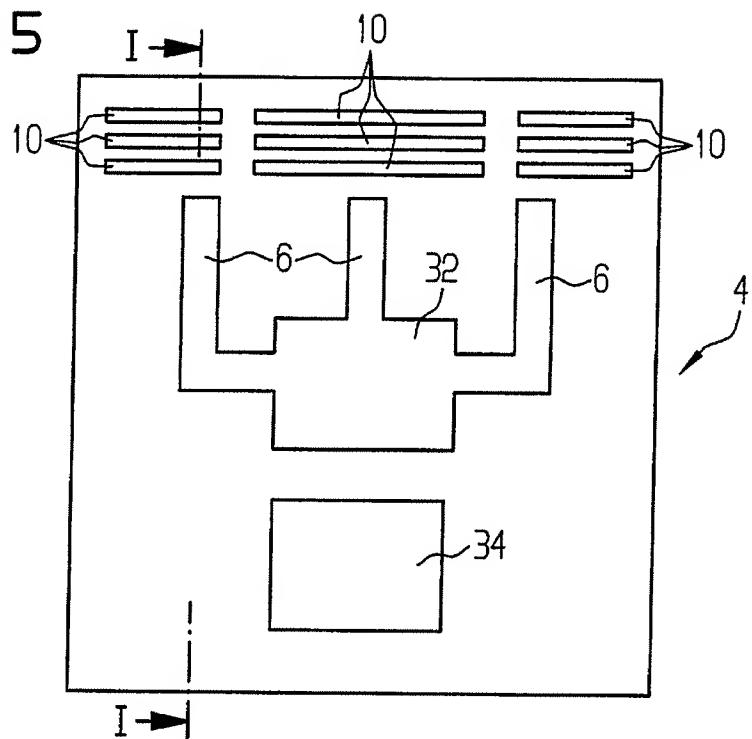


FIG 6

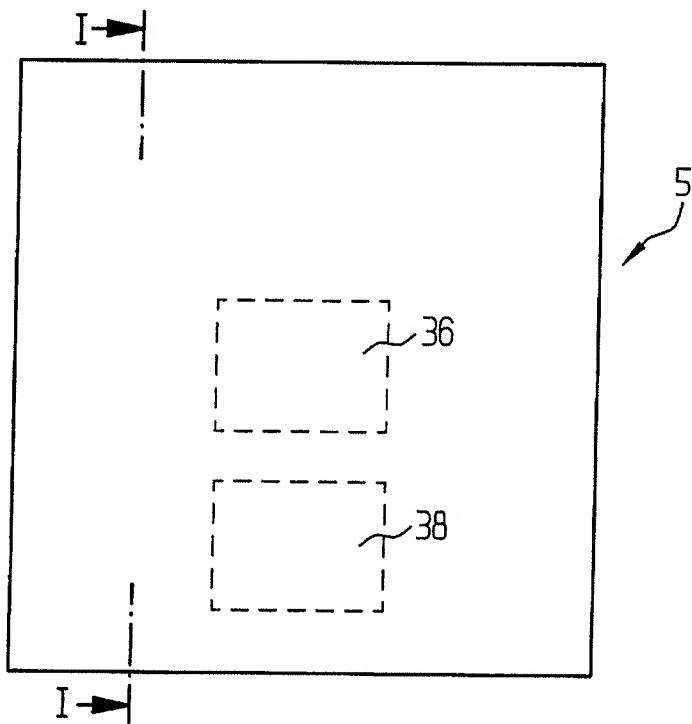


FIG 7

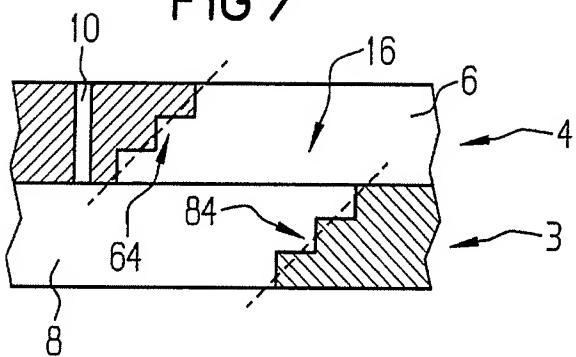


FIG 8

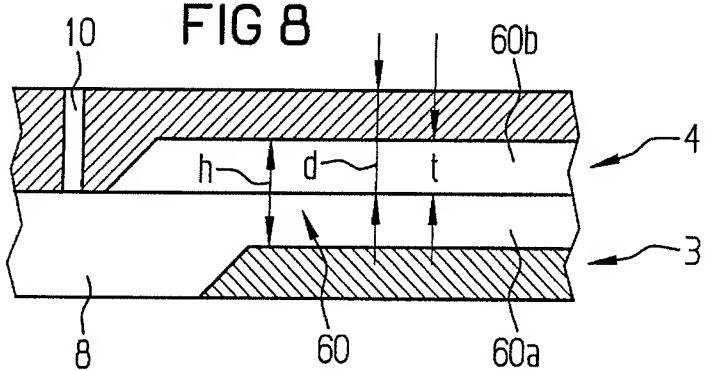


FIG 9

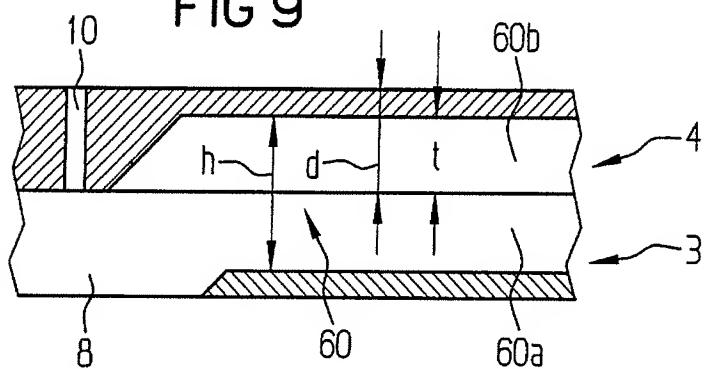


FIG 10

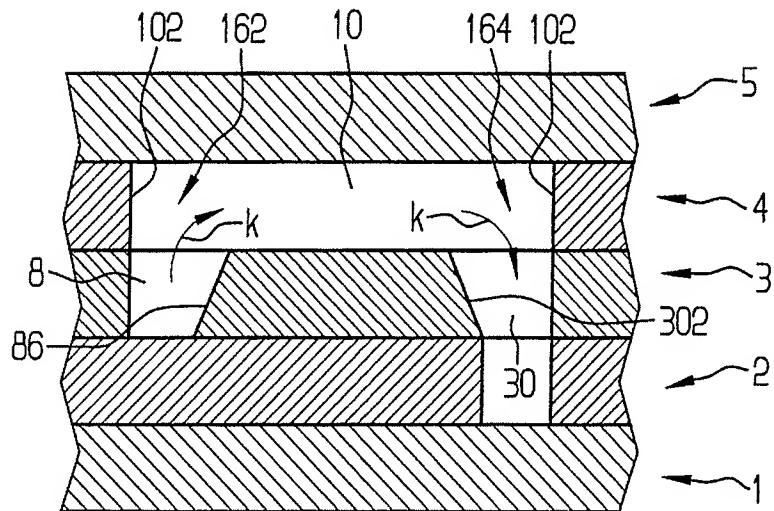


FIG 11

